

## Installation for the storage of gas liquefied at low temperatures

**Patent number:** DE19546618  
**Publication date:** 1997-07-31  
**Inventor:** FIESELER HEINRICH (DE); LECHNER MICHAEL (DE); OTT PETER DR (DE); PEHR KLAUS (DE); STROBL WOLFGANG (DE); HETTINGER WOLFGANG (DE); TACHTLER JOACHIM (DE)  
**Applicant:** BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG (DE); MESSER GRIESHEIM GMBH (DE)  
**Classification:**  
- **international:** F17C7/02; B60K15/00  
- **european:** B60K15/01B, B60K15/03B, F17C3/08, F17C9/00, F17C13/04  
**Application number:** DE19951046618 19951214  
**Priority number(s):** DE19951046618 19951214

Also published as:

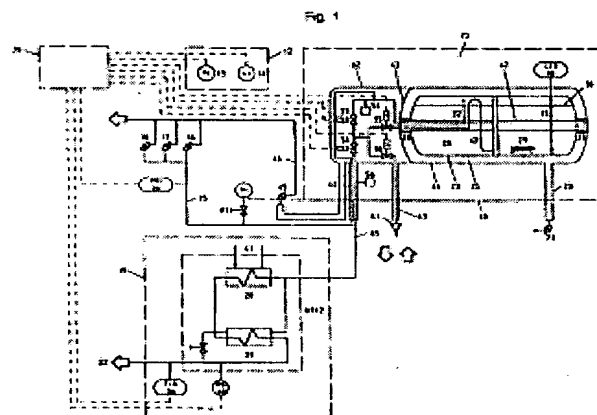


EP0779468 (A1)  
EP0779468 (B1)

Abstract not available for DE19546618  
Abstract of correspondent: **EP0779468**

The cryotank (10) has an evacuated insulation space (25) between outer and inner containers (24,23), through which gas-carrying lines (32,42) contained within the inner container are led to the switch elements (33-36) on the outside of the outer container. The gas-carrying lines are contained within a protective sleeve (47) extending between two opposing walls within the inner container, with an opening (51) leading to the insulation space.

Within the gas-carrying lines (32) are arranged the electric lines (52,53) for the sensor (31) such as a resistance chain or a float, contained in the inner container.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 195 46 618 C 2

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
F 17 C 7/02  
B 60 K 15/00

②① Aktenzeichen: 195 46 618.7-42  
②② Anmeldetag: 14. 12. 95  
④③ Offenlegungstag: 31. 7. 97  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 16. 7. 98

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:

Messer Griesheim GmbH, 60314 Frankfurt, DE;  
Bayerische Motoren Werke AG, 80809 München,  
DE

⑦② Erfinder:

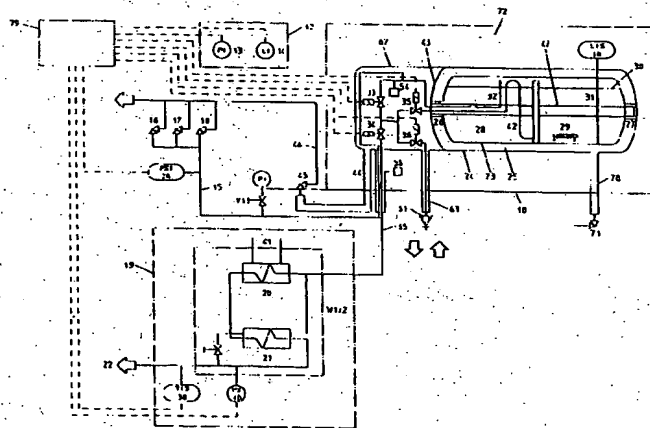
Fieseler, Heinrich, 41541 Dormagen, DE; Hettinger,  
Wolfgang, 50769 Köln, DE; Lechner, Michael, 40233  
Düsseldorf, DE; Ott, Peter, Dr., 63110 Rodgau, DE;  
Pehr, Klaus, 86391 Stadtbergen, DE; Strobl,  
Wolfgang, 85073 Eichstätt, DE; Tachtler, Joachim,  
85737 Ismaning, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 40 41 170 C1  
DE 1 95 06 487 A1  
DE 43 20 556 A1  
DE 41 04 711 A1

⑤④ Einrichtung zum Aufbewahren von tiefkaltem verflüssigtem Gas

⑤⑦ Einrichtung zum Aufbewahren von tiefkaltem verflüssigtem Gas, insbesondere Kryotank zum Aufbewahren von Kryokraftstoffen, mit einem Außen- und Innenbehälter, der innerhalb des Außenbehälters so angeordnet ist, daß zwischen beiden Behältern ein den Innenraum umschließender evakuierter Isolationsraum vorhanden ist, durch den im Innenbehälter angeordnete Leitungen zu außerhalb des Außenbehälters angeordneten Schaltelementen geführt sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitungen (32, 42) innerhalb mindestens eines Schutzrohres (47) angeordnet sind, das sich in dem Innenbehälter (23) von einer Stelle der Behälterwand (49) zu einer anderen Stelle der Behälterwand (50) erstreckt und an den Wänden (49, 50) befestigt ist und mindestens eine mit dem Isolationsraum (25) verbundene Öffnung (51) aufweist, wobei die Leitungen (32, 42) durch das Schutzrohr (47) in den Innenbehälter (23) und durch die Öffnung (51) in den Isolationsraum (25) geführt sind.



DE 195 46 618 C 2

DE 195 46 618 C 2

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zum Aufbewahren von tiefkaltem verflüssigtem Gas nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Solche Einrichtungen werden zunehmend als Kryotank zum Aufbewahren von Kryokraftstoffen, wie zum Beispiel Wasserstoff ( $H_2$ ) oder Erdgas (NG), für Kraftfahrzeuge eingesetzt. Aus Gründen der Speicherkapazität wird der Kryokraftstoff dabei als tiefkaltes verflüssigtes Gas in einem Kryobehälter gespeichert.

Im folgenden werden bei den Bezeichnungen kryogener Gase entsprechend ihrem Aggregatzustand die Buchstaben "G" für "gasförmig" und "L" für "flüssig" bzw. "liquid" vorangestellt, zum Beispiel  $GH_2$  beziehungsweise  $LH_2$  für gasförmigen beziehungsweise flüssigen Wasserstoff.

Die mit Abstand höchsten Speicherdichten werden bei kryogener Speicherung von flüssigem Wasserstoff (=  $LH_2$ ) erreicht. Mit dieser Speicherung kommt man am ehesten in die Nähe der Speicherleistung konventioneller Kraftstofftanks. Dabei muß der Wasserstoff auf einer Temperatur von 25 K gehalten werden, was durch entsprechende Isoliermaßnahmen an den Kryobehältern erreicht wird. Üblicherweise sind die Kryobehälter hierzu als doppelwandige Behälter mit einem zwischen Innen- und Außenbehälter vorgesehenen evakuierten Isolationsraum ausgebildet, in dem Isoliermatten angeordnet sind. Um die Wärmeleitung des tiefkalten verflüssigten Gases auf ein Minimum zu reduzieren, werden Hochvakua von  $10^{-3}$  bis  $10^{-7}$  mbar im Isolationsraum erzeugt.

Der im Kryotank gespeicherte flüssige Kryokraftstoff muß den Kraftfahrzeugmotoren als Gas bei 2 bis 4 bar Überdruck zur Verfügung gestellt werden. Die Verdampfung erfolgt dabei in einem Wärmetauscher dem das Motorkühlerwasser als Wärmeträger zugeführt wird. Der entsprechende Druck des Kryokraftstoffs wird während des Fahrbetriebes im Inneren des Kryobehälters aufgebaut und gehalten. Hierzu sind unterschiedliche Verfahrensweisen bekannt. Eine bekannte Ausführung besteht im Einbau einer Heizung im Innenbehälter, mittels der ein Teil des flüssigen Kryokraftstoffs verdampft wird. Der gasförmige Kryokraftstoff sammelt sich oberhalb des Flüssigkeitsspiegels im Gasraum des Kryobehälters.

Über Entnahme- und Befüllleitungen sowie elektrische Leitungen und im wesentlichen außerhalb des Kryobehälters angeordnete Schaltelemente erfolgt die Kontrolle der Kryokraftstoffströme und der Hilfsgeräte. Zur Reduzierung der Wärmeleitung in den Innenbehälter sind die Entnahme- und Befüllleitungen von einem Vakuummantel umgeben und in zum Wärmeabbau geeigneter Länge ausgebildet, bevor sie in den Innenraum eintreten.

Entsprechende Einrichtungen sind zum Beispiel in der DE 195 06 487 A1, der DE 43 20 556 A1, der DE 41 04 711 A1 und der DE 40 41 170 C1 beschrieben.

Dabei sind Einrichtungen wünschenswert, die im Fahrgastraum – dazu zählt auch der Kofferraum – angeordnet werden können und einen kompakten Aufbau haben, um den Fahrgastraum eines Kraftfahrzeuges nicht wesentlich einzuschränken und die kostengünstig aufgebaut sind.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zum Aufbewahren von tiefkaltem verflüssigtem Gas zu schaffen, die kompakt aufgebaut ist und kostengünstig hergestellt werden kann.

Ausgehend von dem im Oberbegriff der Ansprüche 1, 5 und 12 genannten Stand der Technik ist diese Aufgabe erfindungsgemäß gelöst mit den im kennzeichnenden Teil der Ansprüche 1, 5 und 12 angegebenen Merkmalen.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den

Unteransprüchen angegeben.

Durch die Erfindung wird ein kompakter Aufbau der Einrichtung zum Aufbewahren von tiefkaltem verflüssigtem Gas bei einer Installation im Fahrgastraum und bei gleichzeitiger Verringerung der Herstellkosten erreicht.

Dabei werden durch die in den Ansprüchen genannten Merkmale folgende Vorteile im einzelnen erzielt:

Durch die Merkmale der Ansprüche 1 bis 4 wird eine Verkleinerung des Isolationsraumes bei optimaler Speicherkapazität erzielt, weil die Leitungen im Inneren eines im Innenbehälter angeordneten, vorzugsweise coaxial zur Längsachse des Kryobehälters verlaufenden Schutzrohres angeordnet sind und nur als gerade Rohrstücke durch den Isolationsraum geführt werden. Hierdurch wird die Isolierdicke des Isolationsraumes wesentlich verringert und das Aufbringen der Isolation auf den Innenbehälter erleichtert. Die Isoliergüte wird durch die reduzierte Anzahl der Wärmebrücken verbessert, weil diese nur noch zwischen dem Außenbehälter und den Entnahme- und Befüllleitungen bestehen, die ohne wesentliche Störung des Temperaturprofils der Isoliermatten diese nur an definierten Stellen durchbrechen. Lange Wärmeleitwege werden dabei durch die innerhalb der/des Schutzrohre(s) im Innenbehälter angeordneten Leitungen bei einfacher, vorzugsweise gerader Rohr- bzw. Leitungsgeometrie erzielt. Die Wärmeeinströmung in das kryogene Gas über die Leitungen ist durch diese langen Wärmeleitwege gering. Hinzu kommt, daß die Schutzrohre und Leitungen im wesentlichen aus auf Länge geschnittenen Rohren bestehen, die zeitlich und örtlich unabhängig vom Kryobehälter gefertigt und geprüft werden können. Diese Baugruppe kann in einfacher Weise in den Kryobehälter eingesetzt und mit den Behälterböden unlösbar verbunden, vorzugsweise verschweißt werden. Es ist selbstverständlich auch möglich, die Schutzrohre indirekt über Halteelemente mit einer beliebigen Stelle des Innenbehälters zu verbinden. Über das Schutzrohr stehen die Leitungen mit dem evakuierten Isolationsraum des Kryobehälters in Verbindung. Zusätzlich können die Leitungen im Schutzrohr mit Isoliermatten, beispielsweise Superisolation, zusätzlich isoliert werden um den Strahlungsaustausch zwischen dem Schutzrohr und den Kryokraftstoff führenden Leitungen zu reduzieren. Eine Erhöhung der Sicherheit wird durch die Anordnung der Leitungen innerhalb des Innenbehälters und durch das Schutzrohr erzielt, weil die sehr dünnwandigen Gasleitungen nunmehr durch drei Hüllen geschützt sind. Zum Schutz gegen axiale Deformation erhalten die Gasleitungen entsprechende Kompensatoren, wie metallische Faltenbälge. Hinzu kommt, daß durch die Schutzrohre die Stabilität des Innenbehälters erhöht wird. Durch die bevorzugt konzentrisch, zur Längsachse des Kryobehälters vorgesehene Anordnung des Schutzrohres mit den Leitungen wird die Fertigung und Isolierung des Kryobehälters vereinfacht, da nun die Isolation maschinell aufgebracht und die Baugruppen des Kryobehälters an dem zentralen Schutzrohr gelagert und mit diesem verbunden werden können. Dies vereinfacht die Fertigung.

Durch die Merkmale der Ansprüche 5 bis 10 sind die Schaltelemente in einer ausreichend dichten und explosionsgeschützten Umhüllung untergebracht die eine Installation im Fahrgastraum, zu dem auch der Kofferraum zählt, ermöglicht. Dadurch daß der Vakuumbehälter mit den Schaltelementen unlösbar direkt mit dem Außenbehälter verbunden ist, werden alle druckgasbeaufschlagten Komponenten der Einrichtung innerhalb des Fahrzeugs mit einem geschlossenen Vakuumraum umgeben, welcher eine sehr hohe Dichtheit besitzt. Manipulationen von unberechtigten Personen sind durch die "in" den Kryobehälter integrierten Schaltelemente ausgeschlossen. Der Vakuumraum erstreckt

sich auf die vakuumisolierte Befüllleitung, sowie auf die Kraftstoffentnahmeleitung und die Sicherheitsventilleitung mit den Sicherheitsventilen, die den Kryobehälter bei Überdrücken gegen Beschädigung absichern.

Der Vakuumbehälter ist ebenfalls mit einer Vakuumsicherheitsventilleitung mit einem Vakuumsicherheitsventil verbunden. Bei Leckagen an den Befüll- und Entnahmeleitungen strömt das Gas und/oder die Flüssigkeit in den Vakuumraum des Vakuumbehälters. Beim Erreichen eines geringfügigen Überdruckes gegenüber dem Umgebungsdruck öffnet das Vakuumsicherheitsventil und das Abgas wird gefahrlos aus dem Fahrzeuginnenraum geleitet. Der Vakuumbehälter mit den Schaltelementen läßt sich als Modul vorfertigen und an dem Kryobehälter unlösbar befestigen, beispielsweise mit dem Vakuumbehälter verschweißen.

Durch den, dem Außenboden des Kryobehälters vorgelagerten Vakuumbehälter, wird die einfallende Wärme über die von den Schaltelementen zu dem Innenbehälter geführten Befüll- und Entnahmeleitungen und über die Lagerelemente reduziert und dadurch die Isoliergüte verbessert, weil die Leitungsdurchführungen und die Lagerung zwischen Innen- und Außenbehälter als Verlängerung des Weges für die Wärmeeinströmung verantwortlich sind. Bei langen schlanken Behältern mit beidseitigen Vakuumbehältern wird dieser Effekt hinsichtlich der Isoliergüte vergrößert.

Durch die Merkmale der Ansprüche 12 und 13 wird beim Befüllen des Kryobehälters das tiefkalte verflüssigte Gas bis in den Gasraum des Kryotanks gespritzt. Das fein verteilte tiefkalte verflüssigte Gas bewirkt im Gasraum des Kryobehälters eine Druckabsenkung durch Rekondensation des  $\text{GH}_2$  oder GNG. Ein zu hoher Druckanstieg beim Befüllen des Kryobehälters wird so vermieden. Hinzu kommt, daß gleichzeitig über die Befüllleitung eine Entnahme aus der Flüssigphase ohne zusätzliche Leitung und mit geringem Schaltungsaufwand erfolgen kann.

Die Zeichnungen veranschaulichen Ausführungsbeispiele der Erfindung.

Es zeigen:

**Fig. 1:** eine Gesamtdarstellung des Kryokraftstoffsystems mit der Einrichtung nach der Erfindung in schematischer Darstellung

**Fig. 2:** eine Ausbildung der Einrichtung zum Aufbewahren von tiefkaltem verflüssigten Gas

**Fig. 3:** eine vergrößerte Darstellung A der Steckverbindung gemäß Fig. 2

**Fig. 4:** eine vergrößerte Darstellung B der Befüll- und Entnahmeleitung gemäß Fig. 2

Das in Fig. 1 schematisch dargestellte Gesamtschema zeigt im wesentlichen die im Fahrgastraum 72 angeordnete Einrichtung 10 zum Aufbewahren von tiefkaltem verflüssigten Gas, die im Cockpit 12 vorgesehenen Anzeigen 13, 14, die aus dem Fahrgastraum 72 herausgeführte Sicherheitsventilleitung 15 mit den Sicherheitsventilen 16, 17, 18 und die im Motorraum angeordnete Verdampfereinheit 19 mit den Wärmetauschern 20, 21, deren Ausgang 22 mit dem nicht näher dargestellten Motor eines Kraftfahrzeuges verbunden ist. Die Verdampfereinheit 19 ist in der DE 195 06 487 A1 näher beschrieben.

Die Einrichtung 10 besteht aus einem Außenbehälter 24 und einem Innenbehälter 23, der innerhalb des Außenbehälters 24 über Lagerelemente 26, 27 so angeordnet ist, daß zwischen beiden Behältern ein den Innenraum umschließender auf  $10^{-3}$  bis  $10^{-7}$  mbar evakuierter Isolationsraum 25 vorhanden ist. Der Isolationsraum 25 ist zusätzlich mit schlecht wärmeleitendem Material, beispielsweise Superisolation, ausgefüllt. In dem Innenbehälter wird das tiefkalte verflüssigte Gas 28 aufbewahrt, während der Außenbehälter der Umgebungstemperatur von beispielsweise  $20^\circ\text{C}$  aus-

gesetzt ist. In dem Innenbehälter 23 ist im tiefkalten verflüssigten Gas 28 eine Widerstandsheizung 29 angeordnet. Mit der Widerstandsheizung 29 wird zum Druckaufbau ein Teil des tiefkalten verflüssigten Gases 28 verdampft. Das verdampfte Gas strömt durch das tiefkalte verflüssigte Gas 28 in den Gasraum 30. Über einen im Innenbehälter 23 angeordneten Sensor, 31, beispielsweise eine Widerstandskette oder ein Schwimmer, wird der Füllstand des tiefkalte verflüssigten Gases 28 im Innenbehälter 23, erfaßt und im Cockpit 12 über die Anzeige 14 visualisiert. Aus Übersichtsgründen sind die mit der Heizung 29 und dem Sensor 31 verbundenen elektrischen Leitungen in Fig. 1 nicht näher dargestellt.

Über Leitung 32 wird gasförmiger Kryokraftstoff aus dem Gasraum 30 des Innenbehälters 23 zu außerhalb des Außenbehälters 24 angeordneten Schaltelementen 33, 34 geführt. Das Ende der Leitung 32 ist hierzu im Gasraum 30 des Kryobehälters angeordnet. Leitung 42, deren Ende im tiefkalten verflüssigten Gas 28 angeordnet ist, verläuft durch den Isolationsraum 25 zu außerhalb des Außenbehälters 24 angeordneten Schaltelementen 34, 35, 36. Über die Leitung 32 wird  $\text{GH}_2$  beziehungsweise GNG und über die Leitung 42  $\text{LH}_2$  beziehungsweise LNG dem Wärmetauscher 20 der Verdampfereinheit 19 zugeführt. Dem Wärmetauscher 20 wird als Wärmemittel das Motorkühlwasser im Kreislauf 41 zugeführt und damit das  $\text{LH}_2$  beziehungsweise LNG verdampft. Das verdampfte  $\text{GH}_2$  beziehungsweise GNG durchströmt den zweiten Wärmetauscher 21 dem  $\text{LH}_2$  beziehungsweise LNG über eine Abzweigleitung als Kältemittel zugeführt wird. Das so abgekühlte  $\text{GH}_2$  beziehungsweise GNG sowie das im zweiten Wärmetauscher 21 verdampfte Kältemittel strömt über Ausgang 22 zu dem Motor.

Die Steuermittel 33 bis 36 sind in mindestens einem Vakuumbehälter 62 angeordnet der bevorzugt an einem Außenboden 43 oder beiden Außenböden des Außenbehälters 24 befestigt ist. Der Außenboden 43 des Außenbehälters 24 begrenzt dabei eine Seite des Vakuumbehälters 62. Der Vakuumraum des Vakuumbehälters 62 ist auf kleiner  $10^{-1}$  mbar evakuiert und erstreckt sich bis außerhalb des Fahrgastraumes 72 auf die vakuumisolierte Befüll- und Entnahmeleitung 63, 65 und die Sicherheitsventilleitung 15. Über eine Vakuumleitung 44 ist der Vakuumbehälter 62 außerhalb des Fahrgastraumes 72 mit einem Vakuumsicherheitsventil 45 verbunden. Bei Leckagen an den Leitungen 32, 42 strömt das kryogene Gas in den Vakuumraum des Vakuumbehälters 62. Erreicht der Vakuumraum des Vakuumbehälters 62 einen geringfügigen Überdruck gegenüber dem Umgebungsdruck öffnet das Vakuumsicherheitsventil 45 und das Abgas wird über Leitung 46 gefahrlos aus dem Fahrgastraum 72 geleitet. Zur Sicherung des Außenbehälters 24 gegen Druckanstieg in dem Isolationsraum 25 ist eine mit dem Isolationsraum 25 verbundene Vakuumleitung 70 aus dem Fahrgastraum 72 herausgeführt und außerhalb des Fahrgastraumes 72 mit einem Vakuumsicherheitsventil 71 verbunden.

In Fig. 2 ist eine Ausbildung der Einrichtung 10 vergrößert dargestellt. Für gleiche Bauteile werden gleiche Bezugszeichen verwendet. Wie Fig. 2 zeigt, sind die Leitung 42 und die mit ihrem Ende in den Gasraum 30 mündende Leitung 32 in einem Schutzrohr 47 angeordnet, welches koaxial und/oder konzentrisch zur Längsachse 48 des Kryobehälters verläuft. Das Schutzrohr 47 ist mit den beiden Innenböden 49, 50 des Innenbehälters unlösbar verbunden, vorzugsweise verschweißt. Der Innenraum des Schutzrohres 47 steht über die Öffnung 51 mit dem Isolationsraum 25 in Verbindung. Die Leitungen 32, 42 treten mit ihrem einen Ende durch im Schutzrohr 47 vorgesehene Bohrungen in den Innenbehälter 23. Die Leitungen 32 und 42 sind mit dem Schutzrohr 47 gasdicht verschweißt. Über die Rohröff-

nung 51 treten die Leitungen 32, 42 mit ihrem anderen Ende in den Isolationsraum 25 und über mindestens eine Leitungsdurchführung, beispielsweise Bohrungen, durch den Außenboden 43 des Kryobehälters in den Vakuumbehälter 62. Die Leitungen 32, 42 sind gasdicht mit dem Außenboden 43 verschweißt. Bei der zentrischen Anordnung des Schutzrohres 47 (Fig. 1) verlaufen die Leitungen 32, 42 vorteilhaft durch die Lagerelemente 26, 27, was die Isolierung des Isolationsraumes 25 mit Superisolation vereinfacht. In der gasführenden Leitung 32 werden die elektrischen Leitungen 52, 53 bis in den Vakuumraum des Vakuumbehälters 62 geführt. Über die Leitungsdurchführung 75 treten die elektrischen Leitungen aus der gasführenden Leitung 32 aus und in die erste Steckverbindung 54 ein. Die elektrische Steckverbindung 54 ist im Vakuumbehälter 62 angeordnet. Über eine Verbindungsleitung 55 ist die Steckverbindung 54 an eine außerhalb des Vakuumbehälters 62 angeordnete zweite elektrische Steckverbindung 56 angeschlossen. Die zweite Steckverbindung 56 verschließt die Leitungsdurchführung 75 für die Verbindungsleitung 55. Wie Fig. 3 zeigt, bestehen die Steckverbindungen 54, 56 aus einer Steckdose 76 und einem Stecker 77, die miteinander verbindbar sind. Über Leitung 78 ist die Steckverbindung 56 mit der Steuerungseinheit 79 (Fig. 1) verbunden. Innerhalb des Vakuumsraumes des Vakuumbehälters 62 können die Schaltelemente 33 bis 36 und die Steckverbindungen 54, 56 als nicht explosionsgeschützte Bauteile ausgebildet werden, da aufgrund der Konstruktion beim gleichzeitigen Auftreten von zwei Fehlern Innenleck, Außenleck und Zündfunke keine Explosion erfolgen kann.

In den Leitungen 32 und 42 sind Kompensatoren 57, 58 angeordnet, mittels denen ein Längenausgleich der Leitungen 32, 42 kompensiert wird. Als Kompensatoren können beispielsweise metallische Faltenbälge angeordnet werden.

Fig. 4 zeigt eine vergrößerte Darstellung der Leitung 42, die mit ihrem Ende mit zum Gasraum 30 gerichteter Öffnung 59 in dem tiefkalt verflüssigten Gas 28 angeordnet ist. Die Öffnung 59 ist von einem über den Flüssigkeitsspiegel 66 des tiefkalten verflüssigten Gases 28 in den Gasraum 30 hineinragende Rohr 60 umgeben. Die Öffnung 59 der Leitung 42 ist als Düse, vorzugsweise als Laval Düse, ausgebildet, so daß beim Befüllen des Innenbehälters 23 mit tiefkaltem verflüssigten Gas über die Kryokupplung 61 und die Befüllleitung 63 bei geöffneten Ventilen 35 und 36 das tiefkalte verflüssigte Gas als Druckstrahl in den Gasraum 30 spritzt. Der Druckstrahl trifft auf die Wand des Innenbehälters 23 und zerfällt in Tropfen. Durch die fein verteilten tiefkalten verflüssigten Gastropfen rekondensiert das im Gasraum befindliche kryogene Gas. Dies führt zum Druckabbau während des Betankvorganges.

In der gasführenden Leitung 32 und in der Leitung 42 sind jeweils zwei hintereinander geschaltete Ventile 33, 34 beziehungsweise 35, 36 angeordnet. Zwischen den mittels elektrischer Signale ansteuerbaren Ventilen 33 und 34 beziehungsweise 35 und 36 ist eine die beiden Leitungen 32 und 42 verbindende Verbindungsleitung 64 angeordnet. Bei der Entnahme des tiefkalten verflüssigten Gases 28 über die Leitung 42 strömt das  $\text{LH}_2$  beziehungsweise LNG bei geöffnetem Ventil 35 und geöffnetem Ventil 34 über Verbindungsleitung 64 zu der Entnahmelitung 65, die mit der Verdampfereinheit 19 verbunden ist. Ventil 36 ist bei der Entnahme geschlossen. Bei geöffneten Ventilen 33 und 34 strömt  $\text{GH}_2$  oder GNG zu der Verdampfereinheit 19. Die Ventile 35 und 36 sind bei der Entnahme eines Gases geschlossen.  $\text{GH}_2$  beziehungsweise GNG wird dem Motor 22 nach längeren Stillstandzeiten des Fahrzeuges zum Druckabbau im Innenbehälter zugeführt. Die in Fig. 2 dargestellten Schaltelemente 33 bis 36 werden über die Steuerungs-

einheit 79, beispielsweise eine SPS-Steuerung oder einen Mikro-Prozessor, so geschaltet, daß eine Entnahme aus der Gasphase beziehungsweise Flüssigphase im Fahrbetrieb stattfindet.

#### Patentansprüche

1. Einrichtung zum Aufbewahren von tiefkaltem verflüssigtem Gas, insbesondere Kryotank zum Aufbewahren von Kryokraftstoffen, mit einem Außen- und Innenbehälter, der innerhalb des Außenbehälters so angeordnet ist, daß zwischen beiden Behältern ein den Innenraum umschließender evakuierter Isolationsraum vorhanden ist, durch den im Innenbehälter angeordnete Leitungen zu außerhalb des Außenbehälters angeordneten Schaltelementen geführt sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Leitungen (32, 42) innerhalb mindestens eines Schutzrohres (47) angeordnet sind, das sich in dem Innenbehälter (23) von einer Stelle der Behälterwand (49) zu einer anderen Stelle der Behälterwand (50) erstreckt und an den Wänden (49, 50) befestigt ist und mindestens eine mit dem Isolationsraum (25) verbundene Öffnung (51) aufweist, wobei die Leitungen (32, 42) durch das Schutzrohr (47) in den Innenbehälter (23) und durch die Öffnung (51) in den Isolationsraum (25) geführt sind.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Schutzrohr (47) als gerades Rohr ausgebildet ist, das coaxial zur Längsachse (48) des Kryobehälters angeordnet ist.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Schutzrohr (47) konzentrisch zur Längsachse (48) des Kryobehälters angeordnet ist.
4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß in jeder gasführenden Leitung ein Längens Kompensator (57, 58) angeordnet ist.
5. Einrichtung zum Aufbewahren von tiefkaltem verflüssigtem Gas, insbesondere Kryotank zum Aufbewahren von Kryokraftstoffen, mit einem Außen- und Innenbehälter, der innerhalb des Außenbehälters so angeordnet ist, daß zwischen beiden Behältern ein den Innenraum umschließender evakuierter Isolationsraum vorhanden ist, durch den im Innenbehälter angeordnete Leitungen zu außerhalb des Außenbehälters angeordneten Schaltelementen geführt sind, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltelemente (33 bis 36) in einem Vakuumbehälter (62) angeordnet sind, der mit dem Außenbehälter (24) unlösbar verbunden ist.
6. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß eine Behälterwand (43) des Außenbehälters (24) den Vakuumbehälter (62) begrenzt und die Leitungen (32, 42) durch diese Behälterwand geführt sind.
7. Einrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Vakuumbehälter (62) mit einer Vakuumsicherheitsventilleitung (44) verbunden ist, an der mindestens ein Vakuumsicherheitsventil (45) angeordnet ist.
8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die den Vakuumbehälter (62) begrenzende Behälterwand (43) ein Boden des Außenbehälters (24) ist und der Vakuumbehälter (62) mit dem Außenbehälter (24) verschweißt ist.
9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Leitungen (32, 42) in den Vakuumbehälter (62) geführt sind, wobei das Ende der einen Leitung (32) mit dem Gasraum

(30) und das Ende der anderen Leitung (42) mit dem tiefkalten verflüssigten Gas (28) des Innenbehälters in Verbindung steht, und in jeder Leitung (32, 42) zwei hintereinander geschaltete Ventile (33, 34 beziehungsweise 35, 36) im Vakuumbehälter (62) angeordnet sind, zwischen denen eine Verbindungsleitung (64) die Leitungen (32, 42) miteinander verbindet.

10. Einrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb der gasführenden Leitung (32) elektrische Leitungen (52, 53) für die im Innenbehälter angeordneten Sensoren (31), Geräte (29) u. dgl. angeordnet und bis in den Vakuumbehälter (62) geführt sind, die über eine Leitungsdurchführung (74) aus der gasführenden Leitung (32) aus- und in den Vakuumraum (62) eintreten.

11. Einrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrischen Leitungen (52, 53) mit einer im Vakuumbehälter (62) angeordneten Steckverbindung (54) verbunden sind und über eine Verbindungsleitung (55) an eine außerhalb des Vakuumbehälters (62) angeordnete elektrische Steckverbindung (56) angeschlossen sind.

12. Einrichtung zum Aufbewahren von tiefkaltem verflüssigtem Gas, insbesondere Kryotank zum Aufbewahren von Kryokraftstoffen, mit einem Außen- und Innenbehälter, der innerhalb des Außenbehälters so angeordnet ist, daß zwischen beiden Behältern ein den Innenraum umschließender evakuierter Isolationsraum vorhanden ist, durch den im Innenbehälter angeordnete Leitungen zu außerhalb des Außenbehälters angeordneten Schaltelementen geführt sind, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine Leitung (42) als Entnahme- und Befüllleitung (63, 65) für das tiefkalte verflüssigte Gas (28) ausgebildet ist, deren Ende mit zum Gasraum (30) gerichteter Öffnung (59) in dem tiefkalten verflüssigten Gas (28) angeordnet ist und daß die Öffnung (59) von einem in den Gasraum (30) hineinragenden Rohr (60) umgeben ist.

13. Einrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnung (59) als Düse ausgebildet ist.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

45

50

55

60

65

- Leerseite -

Fig. 1

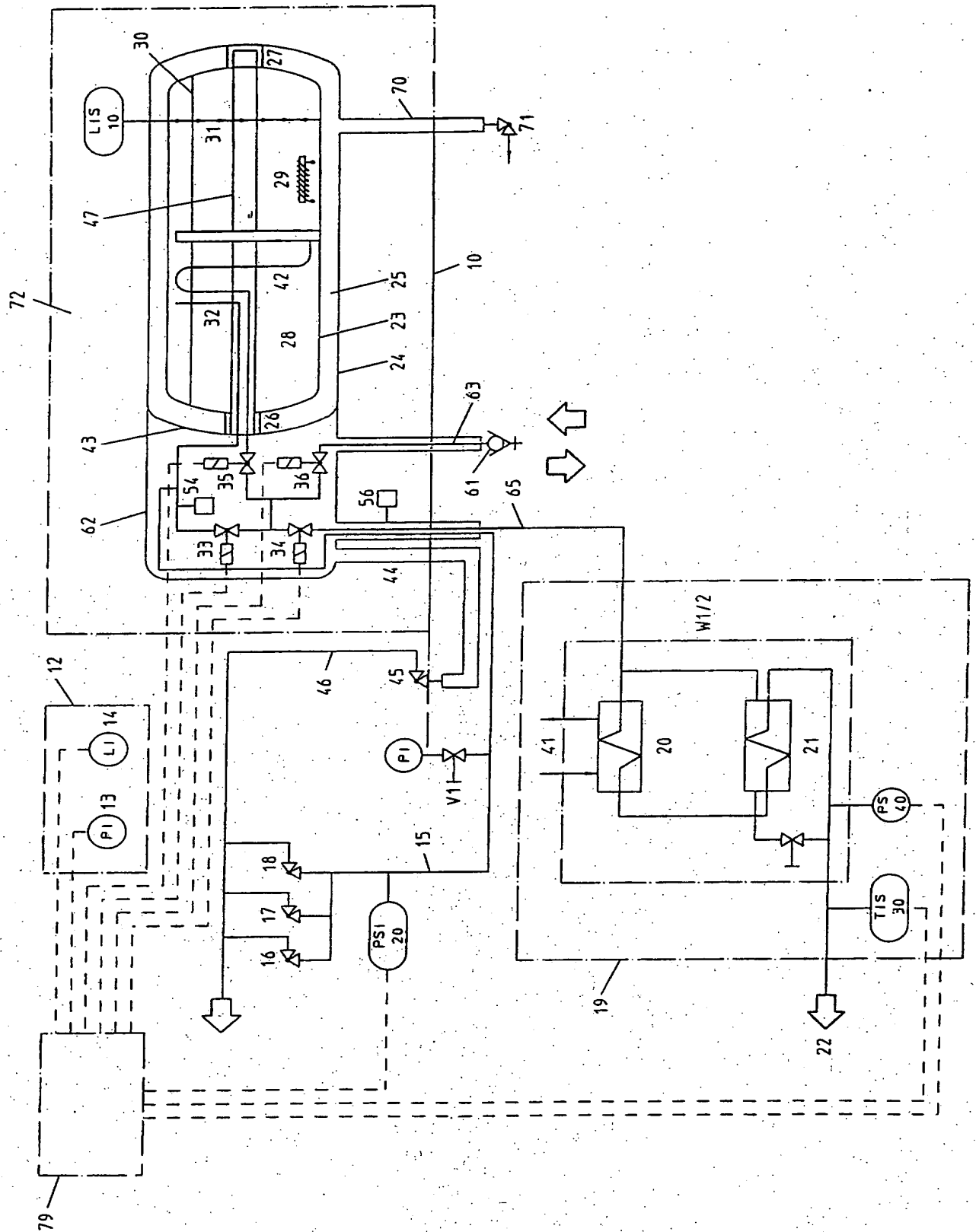




Fig. 2

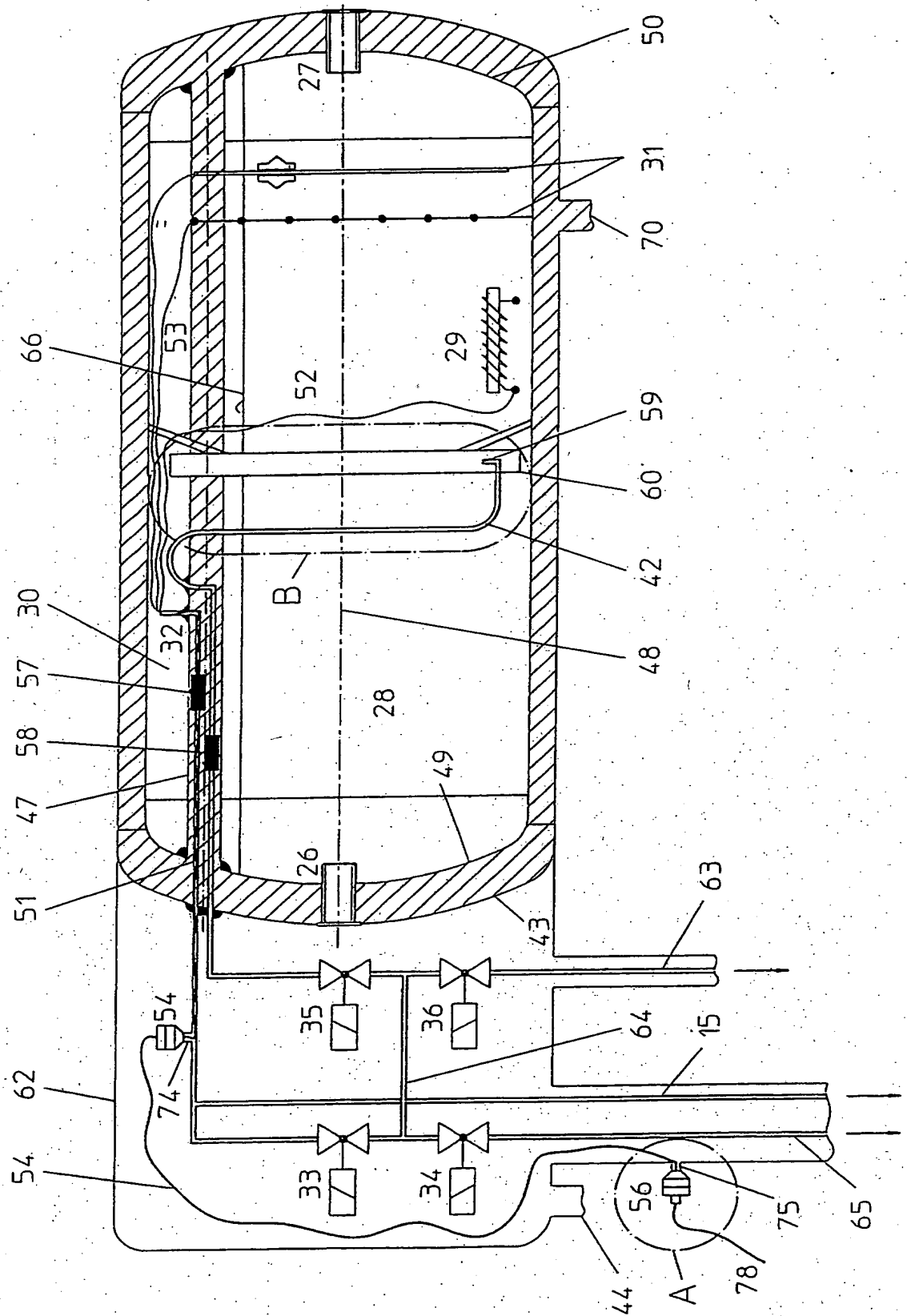


Fig. 3

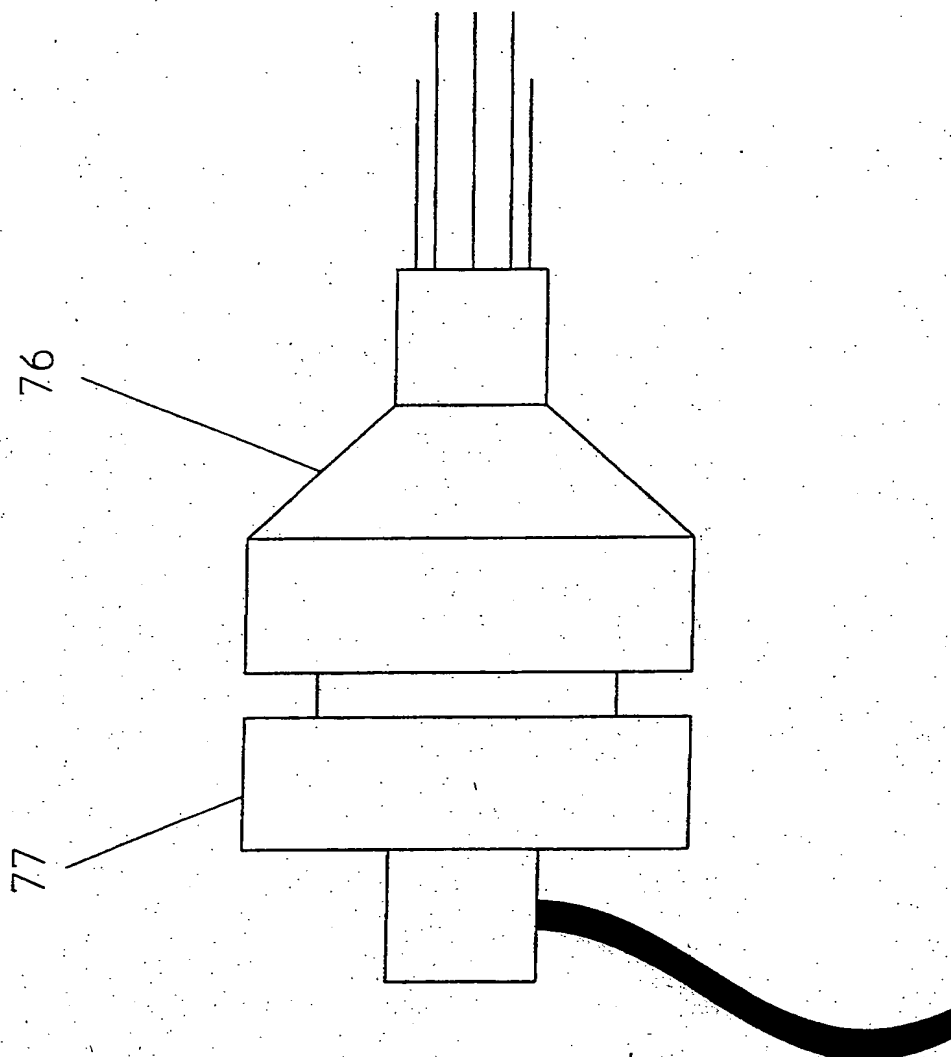


Fig. 4

